Omaggio dell'autore

ALESSANDRO CANESTRINI

ovi orizzonti della Zoologia sperimentale

Dalla NUOVA ANTOLOGIA - 16 novembre 1910

ROMA
NUOVA ANTOLOGIA
1910

Le discipline biologiche, che in breve volger d'anni hanno acquistato un'importanza e uno sviluppo straordinario, vanno schiudendo ai cultori di queste scienze un campo non prima intravvisto di osservazioni geniali. – Un manipolo di scienziati ardimentosi, lasciato in un canto tutto quello che riguarda le astrazioni filosofiche e le ipotesi più o meno avventurate, hanno dedicata la loro attività a spiegare mediante l'indagine quegli ardui problemi biologici, che da anni affaticano gli scienziati d'ogni parte del mondo. Così dicasi dello studio sperimentale dell'embriologia e dello sviluppo dell'innesto animale, della differenza dei sessi, dell'incrocio e dei caratteri secondari; tutte questioni di capitale importanza anche per i rapporti diretti e indiretti che questi studî hanno con l'uomo.

Il primo impulso venne da G. Roux (1), il profondo ideatore della meccanica dello sviluppo, che gettò, si può dire, le basi dell'embriologia sperimentale; in America questa nuova maniera di svolgere le ricerche della vita animale trovò numerosi studiosi con alla testa Th. H. Morgan (2). Si istituirono cattedre di Zoologia sperimentale che in pochi anni diedero lavori originali e di gran valore per la scienza. Da ultimo la teoria della mutazione messa dal De Vries nella sua vera luce, e su basi esperimentali, trovò anche in quanto concerne il regno animale un gran numero di seguaci, che con entusiasmo si son dedicati alle ricerche che riflettono questa nuova corrente di idee, e vi hanno portato contributi notevoli, quantunque essa solo adesso incominci a emergere timida e irresoluta in mezzo alla falange numerosa e tenace dei Neo-Darvinisti.

In Italia fin' ora ben poco si è fatto, non perchè manchino le forze, bensì l'aiuto necessario di quelle istituzioni, che del progresso delle scienze sono nobili sostenitrici; poichè ricchezza di materiale sperimentale e conforto di laboratorî ben forniti sono condizioni indispensabili per poter ottenere risultati soddisfacenti.

***

Già dissi come l'embriologia sperimentale abbia avuto in Germania per opera di G. Roux e dei suoi scolari uno sviluppo notevolissimo. Le uova di molte specie d'animali furono sottoposte a osservazioni accuratissime, prima, durante e dopo la fecondazione, con lo scopo non solo di studiare i cambiamenti e le modificazioni, che man mano avve-

(1) W. Roux, *Vorträge u. Aufsätze über Entwickelungsmechanik der Organismen.* Heft. 1. *Die Entwickelungsmechanik.* Leipzig, 1905.
(2) T. H. Morgan, *Experimental Zoology.* New York, 1907.

nivano nel loro sviluppo, ma anche, e questo è il motivo più importante dell' embriologia sperimentale, di rendersi conto in qual maniera e sotto quali stimoli avvenivano i cambiamenti, che conducevano a una tale trasformazione. Così incisioni fatte nelle uova e ferite con punte di spillo non modificarono affatta la struttura degli embrioni, che si svilupparono in modo affatto normale; lo stesso dicasi di tagli fatti nelle uova allo stato di blastula, gastrula o embrioni già formati. In certi casi una di queste ferite provocò la morte di metà dell'uovo, mentre l'altra metà si sviluppò in modo normale, dando origine a un mezzo embrione destro o a un mezzo embrione sinistro. Da ciò si può certamente dedurre che ciascuna metà dell' uovo fecondato possiede le energie atte al loro sviluppo indipendenti da una relazione di parti.

Tutte quelle mostruosità non rare anche negli embrioni umani di una testa e tronco senza estremità o di un tronco con piedi senza braccia e senza testa, trovano negli esperimenti già descritti sulle uova di rana una soddisfacente spiegazione. E come vedremo, la teratologia che sinora si accontentava della semplice descrizione delle mostruosità, con queste ricerche viene considerata sotto una forma assai più interessante, poichè studia gran parte delle cause, che hanno prodotte tali forme anormali.

Ma fatti ancor più strani si poterono constatare con uova d' altri animali e precisamente di ricci di mare (Driesch), di *amphioxus* (Wilson) e di meduse (Zoia e Maas); staccate mediante un sottilissimo filo le due prime cellule di segmentazione dell'uovo, ognuna di queste dava origine a un embrione intero. Quale valore abbiano siffatti esperimenti anche rispetto all' uomo, s' intuisce facilmente quando si studino i fenomeni di pluriparità e specialmente quelli di gemellazione. È probabile che i gemelli particolarmente quelli di sesso eguale si formino dallo stesso ovulo per opera di una divisione naturale, che i zoologi per altri animali hanno potuto ripetere artificialmente. Nuovi esperimenti hanno portato osservazioni ancora più curiose, come quelle di Spemann che ottenne lo sviluppo di due individui mediante un' incisione nell'uovo allo stato di gastrula, e da ultimo degna di nota è la fusione di due uova in un uovo solo col rispettivo formarsi di un unico embrione gigantesco, per opera di Metschnikoff su meduse e vermi, come pure la fusione artificiale di due blastule di ricci di mare (Driesch, Morgan) con lo stesso effetto di un embrione assai grande.

Anche lo studio della partenogenesi, di questo strano fenomeno biologico, che ha portato una vera rivoluzione nelle idee fisse dei biologi di un tempo, ha trovato in queste ricerche, se non una spiegazione, per lo meno una forte contribuzione di nuovi esperimenti. È noto come non pochi sieno gli animali che in date circostanze e condizioni naturali depongono uova, le quali senza l' intervento del pronucleo maschile, cioè senza fecondazione, dànno origine a esseri per nulla dissimili dai loro progenitori. Le ricerche fatte sulla partenogenesi artificiale hanno dato dei risultati notevolissimi. Così è stato dimostrato che una grande percentuale delle uova del baco da seta si sviluppano partenogeneticamente se vengono sfregate con una spazzola. Recentemente Mathews constatò che le uova non fecondate di una stella di mare incominciano in gran parte a svilupparsi se viene scossa l'acqua, nella quale si trovano. R. Hertwig ha per primo dimostrato che le uova del riccio di mare incominciano la segmentazione

se collocate in una soluzione di stricnina. In tal caso lo stimolo del nucleo maschile può venir sostituito da eccitamenti fisico-chimici. Questa forma di sviluppo verginale non s'arresta agli invertebrati, ma è stato sperimentalmente constatato anche nelle uova di certi vertebrati inferiori (rana, E. Bataillon). Come vedesi, l'individuo maschile non è proprio necessario, come si credeva un tempo, e può venir sostituito, almeno nel primo sviluppo, da un semplice stimolo meccanico.

Una scoperta ancor più mirabile è dovuta a ricerche recenti di Delage, Ziegler e altri. Essi sono riusciti a fecondare delle piccole parti di uova senza il pronucleo femminile (ricci di mare), una specie di partenogenesi maschile con relativa formazione di un piccolo animale. Esperimento davvero meraviglioso, che sconvolge tutte le cognizioni anteriori, che mettevano il pronucleo femminile come *conditio sine qua non* dello sviluppo dell'embrione.

***

È naturale che queste importanti ricerche di embriologia sperimentale si estendessero con egual fortuna nello studio dell'incrocio; già da tempo s'era trovato che gli spermatozoi di una specie erano in grado di fecondare le uova di un'altra. La maggior parte però di questi incroci si fermano ai primi stadi di sviluppo; solo in specie molto affini dànno origine ai così detti ibridi, come della *Rana fusca* colla *Rana arvalis*, del *Bufo variabilis* col *Bufo cinereus*. Hertwig riscontrò che le uova si lasciano più facilmente fecondare con spermatozoi di specie differente se non sono tanto fresche, come pure se sono state per qualche tempo nell'acqua salata o inquinate con qualche sostanza venefica. Di particolare importanza è l'esperimento fatto dal Boveri, il quale ottenne degli ibridi allo stato embrionale da pezzi di uova di ricci di mare senza nucleo che unì a spermatozoi di crinoidi, ottenendo dei bastardi che mostravano i soli caratteri paterni; e questo dimostrerebbe come il pronucleo sia l'unico trasmettitore dei caratteri dei singoli progenitori. Una constatazione identica a quella da tempo nota nel regno vegetale è stata fatta in alcuni esperimenti su questo ibridismo animale: gli spermatozoi di alcune specie hanno un'azione venefica sulle uova di altri animali e viceversa, come, per esempio, gli spermatozoi dell'*Echinus* deperiscono tosto che vengono in contatto colle uova dell'*Asterias glacialis*. La maggior parte però dei prodotti sessuali si comportano in forma del tutto neutrale l'uno rispetto all'altro, e da tale indifferenza si deve concludere la mancata formazione degli embrioni ibridi. È noto come molte sostanze spronano gli spermatozoi a una maggiore attività, stimolandone il loro impulso fecondatore. Poco tempo fa a Loeb è riuscito di fecondare delle uova di ricci di mare con sperma di stelle marine, mettendo entrambi i prodotti generativi in una soluzione artificiale di acqua di mare con una piccola aggiunta di soda.

In via normale l'uovo permette l'accesso a un solo embrione; se è alterato o narcotizzato abbiamo il fenomeno della polispermica. Tale processo nell'ibridismo si ripete frequentemente. Così la segmentazione irregolare che di solito accompagna la fecondazione tra specie differenti è stata sempre osservata nei casi di polispermia; ed anche quando l'ibrido ha raggiunto il suo completo sviluppo, è di costituzione assai debole e di regola sterile; cosa questa che trova appunto una spiegazione nell'anormale sviluppo embrionale.

***

Lo studio sperimentale dell'ibridismo fra razze diverse d'animali è fatto oggetto in questi tempi di una cura particolare a cagione delle leggi che se ne possono ricavare e che concernono i caratteri ereditari trasmessi dai singoli genitori insieme coll'influsso dell'atavismo. I primi studî sull'eredità dei caratteri negli ibridi furono fatti sui vegetali da un monaco austriaco, Gregorio Mendel, e la legge ch'egli potè ritrarre dalle sue ricerche porta appunto il suo nome.

Troppo lungo sarebbe l'enumerare gli esperimenti che hanno condotto questo naturalista a risultati positivi, quasi matematici, tanto più che questa Rivista se n'è già occupata succintamente l'anno scorso, nè credo sia il caso di riportare gl'innumerevoli esperimenti fatti con l'incrocio di sorci grigi e bianchi (Cuénot); ci basti solo il sapere che questi studi in modo speciale hanno messo in evidenza i rapporti biologici identici tra il regno animale e quello vegetale.

Anche gl'incroci ottenuti fra le varietà di pecore nere e bianche hanno confermato nelle linee generali la legge di Mendel. In quelli ottenuti con polli, uno dei risultati più strani ci è dato dall'incrocio della varietà bianca e nera, che dà ibridi di una tinta azzurra, dovuta ad un mosaico di piccole macchie nere e bianche. Tale razza non rimane però costante nella selezione, ma la generazione di questi ibridi azzurri porta solo per una metà i caratteri dei progenitori; dei due altri quarti gli uni sono bianchi, gli altri neri. Negli incroci colle innumerevoli razze di piccioni i caratteri degli ibridi sono più confusi, e in generale i caratteri atavici si intensificano presso questi uccelli in modo sorprendente: tutti questi prodotti accennano a una specie di ringiovanimento, e quelli, che più spiccati mostrano i caratteri degli antenati, si riscontrano più resistenti e robusti.

Non di rado però avviene che gli ibridi posseggano in grado eguale i caratteri dei loro genitori, come abbiamo visto negli ibridi a mosaico dei polli. Anzi alcuni ammettono che le macchie di alcuni animali domestici, come cavalli, buoi, cani ecc., si debbano riferire a un incrocio fra due progenitori di colore differente. Un caso ancor più evidente di ibridi che mostrano egualmente i caratteri dei progenitori, lo troviamo nei mulatti, ottenuti coll'incrocio della razza umana bianca colla nera. Se il mulatto s'incrocia con una bianca, il color bruno va lentamente scomparendo, quantunque per molte generazioni restino tracce del pigmento oscuro. Lo stesso dicasi nel caso opposto degli incroci di mulatti con neri.

Ibridi tra il cane e lo sciacallo mostrano più spiccati i caratteri di quest'ultimo. Il mulo invece si può veramente considerare come un *quid medium* fra il cavallo e l'asino, egualmente dicasi degl'ibridi tra il leone e la tigre. Gl'ibridi tra l'orso bruno e l'orso bianco sono di color grigio restando però bianca la testa e il collo.

***

Una forma speciale di ibridismo avviene coll'incrocio tra specie consanguinee. Esso è stato esperimentato su vasta scala negli animali domestici, e tutti gli allevatori sono d'accordo nell'ammettere che l'incesto, specie se prolungato, ottiene un affinamento della razza, che la conduce alla sterilità, se non viene a tempo debito ringiovanita con sangue di specie non consanguinea.

Guaita provò a incrociare per sette generazioni delle specie imparentate di topi, e trovò una continua diminuzione della loro fecondità e precisamente una diminuzione del 30 per cento dal primo all'ultimo incrocio. Anche i nati dell'ultima generazione morivano con una percentuale di gran lunga superiore ai morti delle prime nascite. Accoppiamenti tra fratelli e sorelle diedero una discendenza minore di quella ottenuta da incroci fra padre e figlia e tra madre e figlio. Prodotti del medesimo parto accoppiati fra loro diedero i medesimi risultati di quelli uniti fra di loro da parti differenti.

È noto già da tempo come in molte piante il polline di un fiore non sia in grado di fecondare l'ovulo della stessa pianta, anzi in talune abbia un'azione mortale; negli animali conosciamo un solo caso analogo e precisamente quello di un tunicato ermafrodita (*Ciona intestinalis*). L'incapacità di tale fecondazione risiede senza dubbio nell'inettitudine che ha lo spermatozoo di penetrare nell'ovulo. Eccitandolo con alcool, etere o altre sostanze, esso riceve uno stimolo a maggior attività e si potè ottenerne così l'introduzione nell'uovo, che si sviluppò normalmente. In generale però tutti gli animali, specie quelli ermafroditi, in forza di naturali disposizioni evitano l'incesto, che se prolungato conduce alla degenerazione della specie.

***

Nello studio dell'eredità una particolare attenzione è stata dedicata ai caratteri ereditari acquisiti. Taluni li ammettono, altri li negano almeno in parte, e questo, com'è naturale, a seconda dei rispettivi risultati. Particolarmente degno di nota è l'esperimento che riferisce Romanes, su d'un porcellino d'India; con un'operazione in una parte del sistema nervoso esso fu reso epilettico. I suoi figli accennarono pure l'epilessia in quella parte del corpo che corrispondeva a quella operata al loro genitore.

Anche nelle variazioni individuali e nei casi teratologici s'incontrano non di rado caratteri d'eredità. Mi basti per ora solamente accennare a una osservazione fatta da R. Staples-Browne. Come è noto, avviene non raramente il caso di colombi provvisti di piedi palmati. Questo naturalista ottenne dall'unione di una di tali femmine con un maschio normale sei individui eguali al maschio. Una coppia di questi diedero in una volta nove piccoli normali e tre coi piedi palmati. Come si vede, ad onta della critica profonda e demolitrice del Weismann, la questione dell'eredità dei caratteri acquisiti resta ancora in discussione e sprona a continue ricerche molti scienziati.

***

Perchè si nasce maschi o femmine? Questa domanda, che ha avuto dieci anni or sono per opera dello Schenk un momento di celebrità effimera, tiene occupata in ricerche importanti una numerosa schiera di naturalisti, ed è inutile aggiungere che solo in questa maniera noi potremo trarre degli indizî e delle indicazioni per poter poi progressivamente giungere alla specie più evoluta: l'uomo. Quale è la proporzione tra maschi e femmine negli animali? Per l'uomo le statistiche in Europa parlano di 1000 uomini su 1024 femmine adulte, mentre le nascite offrono un rapporto inverso (100 femmine su 106 maschi), segno evidente che la mortalità nei fanciulli è di gran lunga superiore a quella delle ragazze.

Per gli animali abbiamo la seguente statistica di Lenhossek che tolgo dalla citata opera del Morgan:

	Maschi	Femmine
Cavallo	98,31	100
Bue	107,3	100
Pecora	97,7	100
Maiale	111,8	100
Topo	105,1	100
Colombo	105,0	100
Gallo	94,7	100
Raganella	82,0	100
Mosca	96,0	100

Uno dei fattori più importanti che dovrebbe contribuire a modificare il sesso negli animali è senza dubbio l'alimentazione, e in questo senso si son fatte innumerevoli esperienze. Già nel 1867 Landois rendeva noti i frutti di un suo lavoro, secondo il quale regolando il nutrimento ai bruchi di una farfalla (*Vanessa urticae*) poteva ottenere maschi o femmine, asserzione che si dimostra assolutamente falsa, perchè oggi è noto che i bruchi già prima del loro sviluppo dall' uovo sono sessualmente definiti. È opinione della gran maggioranza dei naturalisti che il sesso sia già fissato nell'uovo e le indagini più recenti tendono ad accertare tale supposizione. Così la prima domanda che si affaccia, seguendo un tale indirizzo di ricerche, è questa: Nutrendo con un determinato regime i genitori, si ottiene un'eventuale modificazione nella proporzione dei sessi? Le ricerche di Cuénot e di Pictet su un numero però limitato di insetti hanno risposto negativamente. Tuttavia l' influsso del cibo sul sesso è risultato certo per due animali, un rotatorio (*Hydatina senta*) e un dafnide (*Simocephalus*). Il nutrimento preso da questi due animali appena usciti dall'uovo è decisivo per le uova che verranno da questi deposte, o tutte maschili o tutte femminili. Le differenti dimensioni delle uova accennano pure in qualche caso a una differenza dei sessi; così per esempio nella fillossera le uova più grandi dànno femmine, le più piccole maschi.

Che il nutrimento abbia un influsso sullo sviluppo dell'animale allo stato adulto è fatto ormai incontrastato e dimostrato da una serie di bellissime esperienze. Molti casi di aberrazione nelle farfalle hanno appunto nel cibo la loro causa principale. In alcune specie queste forme aberranti si formano quando l'animale si ciba di una pianta differente di quelle di cui è solito nutrirsi, e ciò avviene non di rado anche allo stato naturale in seguito a cambiamento di luogo; talora invece il colore si fa più chiaro in seguito a mancanza di nutrimento. Molti casi di albinismo e melanismo delle farfalle si devono riferire, secondo gli importanti studi del Pictet, a modificazioni di nutrimento. Anche il colore dei bruchi subisce per la stessa causa dei cambiamenti notevoli: Poulton nutrì alcune larve di *Agrotis pronuba* con delle foglie verdi di cavolo, delle altre con foglie gialle della stessa pianta e delle terze con foglie antecedentemente scolorate. Le prime e le seconde presero la solita tinta giallo-bruna, mentre le ultime si

mostrarono di un color grigio uniforme. Meravigliosi sono infine i risultati ottenuti da Standfuss coi bruchi dell'*Eupithecia absinthiata*. Alcuni di essi li rivestì in poche ore di una tinta gialla citrina, nutrendoli coi grappoli gialli della *Solidago*, li ottenne verdi con varie specie di foglie, rosa coi germogli della *Statice armeria*, bianchi colla ombrella della *Pimpinella saxifraga*, bruni coll' infiorescenza dell'*Artemisia vulgaris* e di un azzurro delicato coi capolini della *Succisa pratensis*. Un vero trionfo di pittura zoologica!

* * *

Esercita la temperatura un influsso sullo sviluppo degli animali? Già da tempo ci è noto il così detto dimorfismo di stagione di alcune farfalle, le quali si presentano in abito differente a seconda che nascono in principio della primavera o in estate. Indubbiamente tale differenza di colore va attribuita all' influsso del clima; partendo da tale convinzione alcuni naturalisti ottennero delle forme estive da uova invernali e viceversa, col modificare la temperatura. In generale un abbassamento come un innalzamento forte di temperatura dànno press'a poco risultati eguali e alcune farfalle (*Vanessa*) a questi due estremi accennano un ritorno alle forme ancestrali, quasi che il caldo e il freddo ne arrestassero improvvisamente la filogenesi. In altre esperienze si ebbero risultati differenti; in alcune farfalle con dimorfismo sessuale, un cambiamento della temperatura trasformò il colore delle femmine in quello dei maschi (*Parnassius apollo*). In natura non sono rare le aberrazioni, specie nei lepidotteri, che ora, grazie a queste ricerche, trovano una spiegazione sodisfacente.

Sempre in via sperimentale si osservarono i cambiamenti che subiscono questi insetti in seguito a un forte aumento d'umidità dell'aria; Pictet sottopose delle larve di *Vanessa urticae* mentre incominciavano ad incrisalidarsi a una fitta pioggierella per 40 ore, e ciò ebbe per effetto che le farfalle si mostrarono colle ali attraversate da una fascia gialla insieme con altre modificazioni del colore generale, tanto da somigliare molto alla varietà *polaris*, la quale forse perchè dimorante un tempo in luoghi umidi, può essersi trasformata in tale modo. Anche il melanismo è talvolta dovuto a un eccesso di umidità. Il Beebe, come riferisce il Ghigi, sottopose una piccola colomba americana (*Scardafella inca*) prima della muta annuale a un'atmosfera satura d'umidità, che diede al piumaggio una tinta più scura; egli ottenne anche simili risultati con un tordo e con un fringillide. Anche l'elettricità esercita senza dubbio un influsso sullo sviluppo di alcuni animali. Delle crisalidi di Vanessa tenute in una scatola metallica, attraverso la quale si fece passare una corrente elettrica, diedero delle farfalle con tinte assai vivaci.

* * *

Di quanto si sia arricchito in questi ultimi anni lo studio sulla rigenerazione degli animali, si può farsi un'idea scorrendo le pagine del lavoro sintetico del Korschelt (1). È una bibliografia estesissima che in poco tempo ha aumentato grandemente le nostre cognizioni in questo campo ricco d'indagini. Mi basti accennare al fatto che si è riusciti a rigenerare un intero *Stentor* da un sessantaquattresimo del

(1) KORSCHELT, *Regeneration u. Transplantation*. Jena, 1907.

suo corpo (Morgan), e frazioni di uova di un ventesimo circa si trasformarono in larve complete (Ricci di mare, Boveri). Nella rigenerazione delle amebe si ebbe la possibilità di studiare estesamente l'azione del nucleo; nelle parti che lo contenevano la rigenerazione avveniva completa, in quelle prive di nucleo l'animale incominciava a svolgere i suoi pseudopodi, ma dopo un po' di tempo assunse una forma sferica e mancandogli l'attitudine di nutrirsi, deperì sino a morire in breve tempo.

Il massimo di questa meravigliosa facoltà rigenerativa è stata riscontrata nell'*Hydra*, la quale darebbe origine a un individuo normale da un ducentesimo di individuo. Molte questioni importanti che riguardano l'azione del sistema nervoso, l'autoregolazione morfologica, l'eteromorfosi e così via dicendo sono state con questi studi sperimentali risolte o lo saranno ben presto. Così dicasi dell'innesto animale che si è svolto dagli studi sulla rigenerazione, assurgendo anche nel campo pratico della terapia a grandissima importanza. Già sul principio del secolo XVII si conoscevano e s'erano fatti esperimenti simili, celebre fra tutti il trasporto dello sprone di un gallo dal piede sul capo. Ma tali studi destavano allora ben poco interesse nella piccola cerchia dei naturalisti, sicchè di questi non ne resta che un ricordo storico. Negli ultimi decenni i tentativi fatti sull'innesto animale furono coronati da splendidi successi. Crampton unì assieme dei pezzi di crisalidi di farfalle e queste alla loro uscita dal bozzolo mostravano chiaramente questa unione.

Si trasportarono parte delle glandole mammarie d'un porcellino d'India in un orecchio; e quando l'animale si sgravò dei piccoli, sulla punta del padiglione si potè constatare la presenza di alcune goccie di latte. Sullo stesso animale della razza nera, Loeb innestò un pezzo di pelle della razza albina, e vide ch' essa veniva lentamente sostituita dalla pelle nera circostante; fatto che indubbiamente deve pur succedere nell' innesto della pelle di color differente nell' uomo. Dei pezzi di vene uniti ad arterie vennero a poco a poco adattandosi alla loro nuova funzione, assumendo anche nella forma i caratteri propri dei vasi arteriosi. Si trasportò il rene di un cane in un altro, non solo, ma il rene dello stesso animale sul suo collo, unendo l'arteria renale coll'arteria carotis e la vena renale colla vena anonima, riuscendo a mantenere quest'organo in funzione per diverso tempo. Negli embrioni l'innesto riesce ancora con maggior successo. Brauns staccò un'estremità anteriore appena accennata di una larva di rospo e l' innestò sul capo di un'altra larva, che ebbe così una quinta zampa. Particolarmente mirabili sono le unioni eteroplastiche di Joest. Egli unì due metà di lombrici di specie differente, ottenendo delle forme d'animali, che potè tenere in vita per otto mesi; nello stesso modo si saldarono assieme due metà di girini di rana di specie diversa, ottenendo un animale adulto coi caratteri nettamente divisi delle due rane differenti. Crampton provò questo genere d' innesto con crisalidi differenti di farfalle, ottenendo delle forme adulte che avevano per metà i caratteri delle due specie.

Nei vertebrati superiori l'eteroplastia si limitò a singole parti di organi, come il trasporto di un pezzo d'aorta del coniglio sul cane, che funzionava benissimo 51 giorni dopo l'esperimento.

Heape levò da un coniglio della razza Angora, dalle 32 alle 42 ore dopo la fecondazione, le uova per porle nella tuba di un coniglio

di altra razza. Il nutrimento materno diverso non influì sul feto, che si sviluppò in modo del tutto normale.

Ed è appunto da questi primi esperimenti sugli animali che la scienza medica può vantare un nuovo indirizzo scientifico, adottato già con esito bonissimo dai chirurghi delle cattedre universitarie, e sorgerà un giorno non lontano, in cui queste applicazioni dell' innesto animale si diffonderanno a curare e lenire i dolori dell'umanità.

* * *

La teratologia sperimentale che si è svolta in modo conforme alle ricerche antecedentemente descritte, va acquistando, per opera di molti scienziati, un' importanza sempre maggiore. Uno dei fenomeni più frequenti è la polidattilia, la quale si potè ottenere in via artificiale con ferite alle parti periferiche di giovani larve di rana; con ciò si ottenne un aumento delle falangi. In questo modo si rende sempre più evidente la supposizione che tali mostruosità avvengano nello stato naturale, in seguito a strozzamenti delle rispettive estremità già nella vita fetale nei vertebrati superiori, per opera dei filamenti amniotici. Così Fornier potè dimostrare che le formazioni estranumerarie dei piedi anteriori dei cervini sono da riferirsi a piccole ferite prodotte dagli stessi filamenti. Egli ottenne anche degli embrioni di serpenti con due teste, e Oscar Schultze delle formazioni doppie di rana con una pressione delle uova nei primi stadi embrionali. Studiati questi fenomeni riguardo ai rapporti d'ereditarietà, Schimkewitsch ottenne, accoppiando dei polli col dito posteriore diviso in due, mediante una continua selezione, polli che con poche eccezioni presentavano il carattere medesimo. Nello stesso modo Castle studiò la discendenza ottenuta da un porcellino d'India con un dito supranumerario. Su 77 discendenti 15 accennarono il medesimo particolare. Di queste femmine alcune tramandarono siffatto carattere ai piccoli sino a una percentuale del 44 per cento. Nei frequenti casi di polidattilia l'uomo si comporta in modo assai diverso, a seconda dell'esser questo un carattere dominante della famiglia o no. In certi casi si formano delle generazioni in cui tutti i figli mostrano lo stesso particolare teratologico, in altri casi solo pochi o nessuno.

Ma un fatto di somma importanza nello studio delle formazioni doppie è quello descritto recentemente da Janicki e riguarda un cestode (*Triplotaenia mirabilis*), parassita del canguro. Questo verme appare del tutto simile a una doppia mostruosità, e siccome tutti gl' individui scoperti sin qui accennano alla stessa forma, si ammette che questa sia divenuta in fine costante. Indagini più accurate non tarderanno a mettere in chiaro questo interessante problema biologico.

Così per cause diverse, derivanti da modificazioni del cibo, del grado d' umidità e di temperatura, per differenze sopraggiunte nel grado di salsedine dell'acqua di mare o nel suo contenuto in sostanze minerali ivi disciolte, infine per opera diretta o indiretta dell' uomo nei cambiamenti di coltura o dissodamento del terreno, moltissimi animali si sono trasformati e si trasformano continuamente. Si vennero così a formare delle sottorazze locali tutte dovute a siffatte variazioni, che portarono dapprima non poca confusione e grandissimo

ingombro nello studio sistematico. Ora però che in gran parte ci sono note le cause che hanno portati tali cambiamenti, i naturalisti procedono con maggiore cautela nel battezzare delle forme come tipi nuovi e si sforzano d'investigare le ragioni che ebbero per effetto tali modificazioni. Dopo gli studi geniali del de Vries sulle mutazioni nel regno vegetale, di cui s'occupò anche questa Rivista, i zoologi hanno rivolta tutta la loro attenzione a questi importanti fenomeni biologici, sicchè per variazioni nel senso stretto della parola si venne a intendere quelle modificazioni individuali che occorrono qua e là in qualche singola specie, e per mutazioni invece tutti quei cambiamenti repentini che si tramandarono alle generazioni successive con caratteri fissi ereditari.

Gli animali domestici e le piante coltivate offrono un campo a questo riguardo assai ricco di osservazioni, poichè adoperarono a trasformarsi un tempo relativamente breve e recente. A Cuvier erano queste forme domestiche di grande imbarazzo e si volle persino escluderle dalla storia naturale scientifica.

Darwin aveva rivolta la sua acuta osservazione alla repentina comparsa di specie nuove. Egli riferisce come nel 1791 nel Massachusetts nascesse un agnello colle gambe corte e storte simile a un bassotto. Questo fu il capostipite della così detta razza di pecora Ancona, la quale fu un tempo assai coltivata perchè non era in grado di saltar oltre agli steccati. Tutti i nati da queste non mostrarono differenza alcuna dai loro progenitori. Nella stessa maniera, da un ariete, nato nel 1828, che mostrava un'abbondanza di pelo liscio e serico meravigliosa, si ebbe una razza speciale di Merinos che produsse un aumento di lana del 25 per cento e che per lungo volger d'anni si mantenne costante e ugualmente trasmissibile alle generazioni successive. Nel 1770, nel Paraguay una vacca diede alla luce un vitello senza corna, il quale fattosi adulto e unito con moltissime femmine diede una figliuolanza che mancava totalmente di corna; questa razza speciale finì coll'estinguersi per opera dell'uomo, poichè pare che alle razze bovine le corna sieno indispensabili. La razza di gatti senza coda dell'isola di Man, si deve a un'improvvisa mutazione. Simili forme sono pure molto diffuse nel Giappone. In generale quasi tutti gli animali domestici cessando la selezione artificiale ritornano ai loro caratteri atavici; n'abbiamo una prova nei gatti rinselvatichiti come nei maiali, dei quali la Sardegna ci dà bellissimi rappresentanti. La stessa constatazione è stata fatta, come ho già accennato, per le diverse razze di piccioni. I conigli portati nell'isola di Porto Santo, vicino a Madera, per effetto di questa isolazione hanno assunto dei caratteri propri, una vera trasformazione dalla forma tipica della specie europea, e la più bella dimostrazione di tale differenza ci è offerta dal fatto che non si lasciano più riprodurre col coniglio europeo. Una cocciniglia parassita degli alberi fruttiferi (*Lecanium corni*) ha incominciato a vivere in Ungheria su d'una varietà locale d'acacia, e in trent'anni si è talmente trasformata, che i zoologi dapprima la ascrissero a una nuova specie. In questi ultimi casi non abbiamo delle mutazioni repentine, nel vero senso della parola, ma ad ogni modo una trasformazione assai rapida. Alle prime invece apparterrebbe la scoperta fatta da Reimann nel 1902 di una *Planorbis corneus* di un color rosso sangue; gli allevamenti tentati con questa forma nuova hanno dato buoni risultati. Da circa sessanta, settanta anni, nella Prussia, Russia e Scandinavia, le corna

di una gran parte degli alci che abitano in quei paesi hanno subito un repentino cambiamento nella forma, tant'è vero che un naturalista inglese, il Lydekker, ne fece una specie distinta. È certo che tali modificazioni hanno per causa un cambiamento d'ambiente per opera di colture diverse. Anche in Italia il Ghigi ha descritto un caso di mutazione progressiva di un fagiano di Swinhoe, che egli tolse da una nidiata, forma ch'era completamente diversa dai suoi fratelli; lo stesso naturalista ebbe ancora da una coppia di pappagalli australiani verdi (*Melopsittacus undulatus*) un individuo giallo, e dopo qualche anno una coppia di verdi procreò dei gialli in gran quantità. «In breve», egli scrive, «gli ondulati gialli divennero dominanti sui verdi, ma ciò che è più curioso non solo presso di me, ma anche da altri allevatori».

Le più belle ricerche sulla mutazione animale si devono a Tower (1906), il quale esaminò non meno di 207,891 individui dello stesso coleottero (*Leptinotarsa decemlineata*) e vi trovò 1751 individui mutanti, sicchè egli calcola che in questa specie si trovi un mutante ogni 6000 individui. Tower ha descritto nove mutanti diversi, che differiscono dalla forma tipica per il colorito o per la disposizione delle linee dell'addome o per la grandezza. Alcuni di questi arrivano sino al punto, da riprodursi con grande difficoltà colla forma dalla quale derivano. Riprodotte queste forme mutanti tra loro, dànno individui del tutto simili ai loro genitori, segno che queste variazioni non sono affatto accidentali, ma delle vere e proprie mutazioni. Unita una di queste forme mutanti con la *decemlineata* la generazione che ne segue manifesta in alcuni individui i caratteri dell'una, in altri i caratteri dell'altra, avvicinandosi nella proporzione alla nota legge di Mendel. Ma Tower non si limitò a queste semplici constatazioni, volle ancora indagare sulle eventuali cause, che producevano una simile modificazione nella forma tipica. Egli tenne quattro maschi e quattro femmine di quest'insetto al tempo della fecondazione in un ambiente di 35° Celsio. Le uova appena deposte furono portate alla temperatura normale; su 96 individui ben 84 erano le forme mutanti e note già all'esperimentatore. Ebbe la controprova tenendo i genitori nelle successive deposizioni alla solita temperatura; gl'insetti sviluppatisi da queste uova presentavano tutti i caratteri della *decemlineata*. Altri esperimenti di tal genere hanno condotto ad ammettere che estremi di temperatura influiscano assai sulle mutazioni e che in seguito a cause analoghe si formino eguali cambiamenti anche allo stato libero. Le ricerche di Tower su quest'insetto si possono considerare come le più importanti nello studio della mutazione animale e fanno riscontro a quelle classiche del de Vries sull'*Oenothera*. È molto probabile che nuovi studi renderanno sempre più evidente la comparsa repentina di molte specie d'animali in seguito a tale maniera di trasformazione.

Finora si son prese in maggior considerazione le mutazioni morfologiche, ma a me pare che negli animali non debbano avere minore importanza le mutazioni biologiche e non v'ha dubbio ch'esse nella vita psichica degli animali devono esser tenute in gran conto. Nelle api, a mo' d'esempio, sono state descritte in questi ultimi anni delle trasformazioni repentine nelle loro abitudini; così quelle che abitano nelle vicinanze delle raffinerie dello zucchero trovano comodo servirsi colà delle sostanze zuccherine, che con gran pazienza e fatica vanno raccogliendo dai fiori, tanto da costringere molti industriali a premunirsi da questo saccheggio minuscolo ma continuo.

M. Miranda riferiva alla Società biologica di Montpellier che questi insetti si recavano in gran quantità nei pressi d'uno stagno per raccogliere dei brani di un'alga che colà si trovava in grandissima quantità. Esaminate queste piante si riscontrò che la loro membrana cellulare era ricca di una sostanza mucillagginosa provvista di glicogeno e le api preferivano rifornirsi in tale maniera della sostanza prediletta, che così abbondantemente loro s'offriva. Forel studiando i costumi di alcune formiche algerine, che aveva trasportato nei dintorni di Zurigo, s'accorse che chiudevano l'apertura del nido con una pallottola di terra, mentre ciò non accadeva in Africa. Cercatane la causa, vide che questo era un nuovo mezzo di difesa per impedire a una formica indigena (*Lasius*) l'accesso al nido. Il nostro passero trasportato negli Stati Uniti, vi trovò tali favorevoli condizioni di vita che depone uova per tutto l'anno, diffondendosi così in modo straordinario da spaventare gli agricoltori.

Da tutte queste osservazioni geniali e coll'aiuto di continue indagini la biologia ha trovato in questo metodo sperimentale un valido aiuto nella spiegazione degli ardui problemi, che dell'essenza della vita vanno ricercando i misteriosi legami avvincenti tutti gli esseri in intimi rapporti. E dopo che un filosofo gonfio di un pessimismo vanitoso ebbe lanciato il famoso detto *ignoramus et ignorabimus*, pare che una febbre mai sazia di nuovo sapere agiti le menti investigatrici di quest'avanguardia di tenaci sperimentatori; certamente, visto il cammino fatto in sì breve volger d'anni, nuove sorprese e nuovi veri non tarderanno a rivelarsi, trionfo della scienza e orgoglio legittimo dell'umanità che pensa.